

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-247923

(43)Date of publication of application : 14.09.2001

(51)Int.CI.	G22C	9/04
	G22C	9/00
	G22C	9/02
	G22C	9/06
	G22C	9/10
	G22F	1/08
	// G22F	1/00
	G22F	1/02

(21)Application number : 2000-062531

(71)Applicant : **SANBO COPPER ALLOY CO LTD**

(22)Date of filing : 07.03.2000

(72)Inventor : TANAKA SHINJI

(54) PITTING CORROSION RESISTANT COPPER BASE ALLOY PIPE MATERIAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a pitting corrosion resistant copper base alloy pipe material free from harmful substance such as Cd, having applicability and workability equal to those of the one made of phosphorous deoxidized copper, extremely excellent in pitting corrosion resistance and suitably used as the structural material for water feed piping, hot water feed piping, city water feed piping or the like.

SOLUTION: This pitting corrosion resistant copper base alloy pipe material has a metallic composition containing, by weight, 0.1 to 2.0% zinc, and the balance copper. The pitting corrosion resistance of the pipe material remarkably improves by performing heat treatment under the conditions of 600 to 1,050° × 1 min to 5 hr in a nonoxidizing atmosphere.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-247923
(P2001-247923A)

(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
C 2 2 C	9/04	C 2 2 C	9/04
	9/00		9/00
	9/02		9/02
	9/06		9/06
	9/10		9/10
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁) 最終頁に続く			
(21) 出願番号	特願2000-62531 (P2000-62531)	(71) 出願人	390031587 三宝伸銅工業株式会社 大阪府堺市三宝町8丁374番地
(22) 出願日	平成12年3月7日 (2000.3.7)	(72) 発明者	田中 真次 大阪府堺市三宝町8丁374番地 三宝伸銅 工業株式会社内
		(74) 代理人	100082474 弁理士 杉本 丈夫

(54) 【発明の名称】 耐孔食性銅基合金管材

(57) 【要約】

【課題】 Cd等の有害物質を含有せず、燐脱酸銅製のものと同等の施工性、加工性を有し、耐孔食性に極めて優れる銅基合金管材であって、給水配管、給湯配管、水道配管等の構成材として好適に使用される耐孔食性銅基合金管材を提供する。

【解決手段】 耐孔食性銅基合金管材は、亜鉛を0.1～2.0重量%含有し且つ残部が銅からなる金属組成をなす。この管材は、非酸化性雰囲気中において600℃～1050℃、1分～5時間の条件で熱処理を行なうことにより、耐孔食性が飛躍的に向上する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 亜鉛を0.1～2.0重量%含有し且つ残部が銅からなる金属組成をなすことを特徴とする耐孔食性銅基合金管材。

【請求項2】 燐を0.05～0.25重量%含有し且つ残部が銅からなる金属組成をなすことを特徴とする耐孔食性銅基合金管材。

【請求項3】 更に燐を0.01～0.25重量%含有し、且つ亜鉛含有量(X重量%)と燐含有量(Y重量%)との間に $0.3 \leq X + 6Y \leq 3.0$ の関係を有する金属組成をなすことを特徴とする、請求項1に記載する耐孔食性銅基合金材。

【請求項4】 更にコバルト0.1～0.5重量%及びニッケル0.05～0.5重量%から選択された1種あるいは2種の元素を含有する金属組成をなすことを特徴とする、請求項1、請求項2又は請求項3に記載する耐孔食性銅基合金管材。

【請求項5】 更にアルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005～0.3重量%含有する金属組成をなすことを特徴とする、請求項1、請求項2、請求項3又は請求項4に記載する耐孔食性銅基合金管材。

【請求項6】 更に錫を0.02～0.5重量%含有する金属組織をなすことを特徴とする、請求項1、請求項2、請求項3又は請求項5に記載する耐孔食性銅基合金管材。

【請求項7】 非酸化性雰囲気中において600℃～1050℃、1分～5時間の条件で熱処理を行なったものであることを特徴とする、請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項5又は請求項6に記載する耐孔食性銅基合金管材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、給水配管、給湯配管、水道配管等の構成材として好適に使用される耐孔食性銅基合金管材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、建造物に設置される給水配管、給湯配管、水道配管等としては、塩化ビニル管、ステンレス管、銅管等の他、耐食性に優れた銅基合金管が使用されており、特に、燐脱酸銅管は耐食性に加えて施工性、加工性にも優れるところから、この種の用途に最適するものである。

【0003】しかし、燐脱酸銅管等の耐食性に優れた銅基合金管を使用した給水器や給湯器においても、使用環境によっては孔食による漏水事故が発生することがあり、深刻な問題となっている。かかる銅基合金管における孔食は主として水質に起因して生じ、低pHで遊離炭酸を多く含む水を使用する場合や水中における硫酸イオンと重炭酸イオンとの比が高く($[SO_4^{2-}]/[HCO_3^-]$)

$[O_3^{2-}] > 1$) 残留塩素濃度が高い場合に発生し易いとの指摘がある。一般に、前者の場合に生じる孔食(以下「I型孔食」という)には、孔食部分に炭酸カルシウム($CaCO_3$)及び塩基性炭酸銅($Cu_2(OH)_2CO_3$)からなる緑色の盛り上がりが発生し、孔食内部に軟らかい亜酸化銅(Cu_2O)及び塩化第1銅($CuCl$)が含まれ、孔食部分の開口度が大きいといった特徴があり、後者の場合に生じる孔食(以下「II型孔食」という)は、I型孔食と同様に孔食内部に亜酸化銅及び塩化第1銅が含まれるものの、孔食部分に塩基性硫酸銅($Cu_4SO_4(OH)_6$)からなる盛り上がりが発生し、孔食部分の開口度がI型孔食の場合に比して狭いといった特徴を有する。

【0004】そこで、従来からも、孔食対策として、Cdを微量添加することにより耐孔食性を向上させた銅基合金からなる耐孔食性銅基合金管や銅基合金管の内周面に錫等のメッキを施した内面被覆銅管が提案されている。しかし、Cd含有の耐孔食性銅基合金管は、Cdが人体に有害な物質であることから、飲料水を扱う給水、給湯等のための配管としては使用することができず、有害物質の含有製品を抑制する傾向にある近時においては実用し難い。一方、内面被覆銅管は、このような材質的な問題は生じないものであり、メッキ層により銅イオンの溶出抑制のみならず孔食に対しても十分な耐食性を有するものであるが、熱交換器として組み立てる際の曲げ加工や給湯、給水器の製作において、一般的に行われる炉中ろう付け工程により、メッキによる耐孔食性を確保しておくことが困難であり、孔食対策として万全を期し難いものである。すなわち、内面被覆銅管の曲げ加工時にその曲げ加工部分におけるメッキ層に剥離或いは亀裂等の欠陥が生じることがあり、炉中ろう付け時においてメッキ層が溶融したり母材への拡散や固溶が生じることがあり、耐孔食性を発揮するに十分なメッキ層を確保しておくことが困難である。このような問題を解決するためには、熱交換器の組立後に当該銅基合金管の内周面にメッキを施しておくことが必要となるが、このような組立後にメッキ処理を行うことは、熱交換器の製造工程が必要以上に複雑化し、製造コストも大幅に向上する。

【0005】したがって、従来にあっては、上述した如く耐孔食性に問題はあるものの、有害物質を含まない点及び施工性や加工性に優れる点から、給水配管、給湯配管、水道配管等の構成材として燐脱酸銅製のものが多用されているのが実情であり、耐孔食性に優れる銅基合金管材の開発が強く要請されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような点に鑑みてなされたもので、Cd等の有害物質を含有せず、燐脱酸銅製のものと同等の施工性、加工性を有し、耐孔食性に極めて優れる銅基合金管材を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の目的を達成すべく、次のような耐孔食性銅基合金管材を提案する。

【0008】すなわち、第1発明は、亜鉛を0.1～2.0重量%含有し且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「A管材」という）を提案する。

【0009】また、第2発明は、燐を0.05～0.25重量%含有し且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「B管材」という）を提案する。

【0010】また、第3発明は、A管材に更に燐を0.01～0.25重量%含有させた金属組成をなすものであって、亜鉛含有量（X重量%）と燐含有量（Y重量%）との間に $0.3 \leq X + 6Y \leq 3.0$ の関係の有する金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材を提案する。すなわち、亜鉛含有量（X重量%）と燐含有量（Y重量%）とが $0.3 \leq X + 6Y \leq 3.0$ の関係を有することを条件として亜鉛0.1～2.0重量%及び燐0.01～0.25重量%を含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「C管材」という）を提案する。

【0011】また、第4発明は、A管材、B管材又はC管材に更にコバルト0.1～0.5重量%及びニッケル0.05～0.5重量%から選択された1種あるいは2種の元素を含有させた金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材を提案する。すなわち、亜鉛を0.1～2.0重量%含有すると共に、コバルト0.1～0.5重量%及びニッケル0.05～0.5重量%から選択された1種あるいは2種の元素を含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「D管材」という）と、燐を0.05～0.25重量%を含有すると共に、コバルト0.1～0.5重量%及びニッケル0.05～0.5重量%から選択された1種あるいは2種の元素を含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「E管材」という）と、亜鉛含有量（X重量%）と燐含有量（Y重量%）とが $0.3 \leq X + 6Y \leq 3.0$ の関係を有することを条件として亜鉛0.1～2.0重量%及び燐0.01～0.25重量%を含有すると共に、コバルト0.1～0.5重量%、ニッケル0.05～0.5重量%から選択された1種あるいは2種の元素を含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「F管材」という）とを提案する。

【0012】また、第5発明は、A管材、B管材、C管材、D管材、E管材又はF管材に更にアルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005～0.3重量%含有させてなる耐孔食性銅基合金管材を提案する。す

なわち、亜鉛を0.1～2.0重量%含有すると共に、アルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005～0.3重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「G管材」という）と、燐を0.05～0.25重量%を含有すると共に、アルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005～0.3重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「H管材」という）と、亜鉛含有量（X重量%）と燐含有量（Y重量%）とが $0.3 \leq X + 6Y \leq 3.0$ の関係を有することを条件として亜鉛0.1～2.0重量%及び燐0.01～0.25重量%を含有すると共に、アルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005～0.3重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「I管材」という）と、亜鉛を0.1～2.0重量%を含有し、コバルト0.1～0.5重量%及びニッケル0.05～0.5重量%から選択された1種あるいは2種の元素を含有すると共に、アルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005～0.3重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「J管材」という）と、燐を0.05～0.25重量%を含有し、コバルト0.1～0.5重量%及びニッケル0.05～0.5重量%から選択された1種あるいは2種の元素を含有すると共に、アルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005～0.3重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「K管材」という）と、亜鉛含有量（X重量%）と燐含有量（Y重量%）とが $0.3 \leq X + 6Y \leq 3.0$ の関係を有することを条件として亜鉛0.1～2.0重量%及び燐0.01～0.25重量%を含有し、コバルト0.1～0.5重量%、ニッケル0.05～0.5重量%から選択された1種あるいは2種の元素を含有すると共に、アルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005～0.3重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「L管材」という）とを提案する。

【0013】また、第6発明は、A管材、B管材、C管材、G管材、H管材、I管材、J管材、K管材又はL管材に更に錫を0.02～0.5重量%含有させた金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材を提案する。すなわち、亜鉛を0.1～2.0重量%含有すると共に、錫を0.02～0.5重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材（以下「M管材」とい

う)と、燐を0.05~0.25重量%を含有すると共に、錫を0.02~0.5重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材(以下「N管材」という)と、亜鉛含有量(X重量%)と燐含有量(Y重量%)とが $0.3 \leq X + 6Y \leq 3.0$ の関係有することを条件として亜鉛0.1~2.0重量%及び燐0.01~0.25重量%を含有すると共に、錫を0.02~0.5重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材(以下「O管材」という)と、亜鉛を0.1~2.0重量%を含有し、アルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005~0.3重量%含有すると共に、錫を0.02~0.5重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材(以下「P管材」という)と、燐を0.05~0.25重量%を含有し、アルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005~0.3重量%含有すると共に、錫を0.02~0.5重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材(以下「Q管材」という)と、亜鉛含有量(X重量%)と燐含有量(Y重量%)とが $0.3 \leq X + 6Y \leq 3.0$ の関係有することを条件として亜鉛0.1~2.0重量%及び燐0.01~0.25重量%を含有し、アルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005~0.3重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材(以下「R管材」という)と、亜鉛を0.1~2.0重量%を含有し、コバルト0.1~0.5重量%及びニッケル0.05~0.5重量%から選択された1種あるいは2種の元素を含有し、アルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005~0.3重量%含有すると共に、錫を0.02~0.5重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材(以下「S管材」という)と、燐を0.05~0.25重量%を含有し、コバルト0.1~0.5重量%及びニッケル0.05~0.5重量%から選択された1種あるいは2種の元素を含有し、アルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005~0.3重量%含有すると共に、錫を0.02~0.5重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材(以下「T管材」という)と、亜鉛含有量(X重量%)と燐含有量(Y重量%)とが $0.3 \leq X + 6Y \leq 3.0$ の関係有することを条件として亜鉛0.1~2.0重量%及び燐0.01~0.25重量%を含有し、コバルト0.1~0.5重量%、ニッケル0.05~0.5重量%から選択された

1種あるいは2種の元素を含有し、アルミニウム、珪素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類元素から選択された1種の元素を0.005~0.3重量%含有すると共に、錫を0.02~0.5重量%含有し、且つ残部が銅からなる金属組成をなす耐孔食性銅基合金管材(以下「U管材」という)とを提案する。

【0014】さらに、第7発明は、上記した各管材(A~U管材)に、非酸化性雰囲気(銅に対して非酸化性の雰囲気)中において600℃~1050℃及び1分~5時間の条件で熱処理を施してなる耐孔食性銅基合金管材(以下「V管材」という)を提案する。

【0015】而して、亜鉛は銅に添加する事により銅基合金表面に安定した酸化膜を形成し、その酸化皮膜が保護作用を示すことで、孔食の発生や成長を抑制する効果がある。しかし、その含有量が0.1重量%未満であると、酸化膜を形成する作用が低く、十分な保護作用を示さず、良好な耐孔食性を得ることができない。一方、亜鉛の含有量が2.0重量%を超えると、管材の導電性、熱伝導性が低下すると共に応力腐食割れに対する感受性が高くなる。かかる点から、A管材、C管材、D管材、F管材、G管材、I管材、J管材、L管材、M管材、O管材、P管材、R管材、S管材及びU管材においては亜鉛含有量を0.1~2.0重量%とした。

【0016】また、燐は、亜鉛と同様に、銅基合金表面に安定な酸化皮膜を形成し、良好な耐孔食性皮膜を形成する。さらに、燐は銅に添加すると脱酸作用を示し、健全な銅基合金の鋳塊を製造することができ、管材における表面欠陥を少なくする。ところで、管材に表面欠陥があると、その欠陥部分が孔食発生の起点になる可能性がある。したがって、健全な鋳塊を製造することは、間接的に、当該孔食の発生が抑制する効果を示す。このような燐の添加効果は、0.05重量%未満の添加では顕著に現れず、逆に0.25重量%を超えて添加すると、銅基合金の特性である導電性及び熱伝導性が低下することになり、しかも熱間加工性が低下して応力腐食割れに対しての感受性が高くなる。かかる理由から、亜鉛を含有しないB管材、H管材、K管材、N管材、Q管材およびT管材については燐含有量を0.05~0.25重量%とした。

【0017】また、燐は、亜鉛との共添により、管材の表面に燐・亜鉛の合金皮膜を形成し、その合金皮膜は亜鉛あるいは燐を単独添加したときに生成した酸化膜よりも安定性が数段優れている。而して、燐、亜鉛の共添による効果は、燐含有量0.01重量%以上で認められるようになり、燐を0.25重量%を超えて添加すると、銅基合金の特性である導電性及び熱伝導性が低下することになり、しかも熱間加工性が低下して応力腐食割れに対しての感受性が高くなる。そのため燐、亜鉛を共添するC管材、E管材、F管材、I管材、L管材、O管材、R管材、U管材では、燐の添加量を0.01~0.25

重量%とした。ところで、このような亜鉛・燐の共添による効果は、本発明者が実験により確認したところによれば、亜鉛含有量（X重量%）と燐含有量（Y重量%）との相関関係によって左右され、 $0.3 \leq X + 6Y \leq 3.0$ の関係がある場合により顕著に発揮されることが判明した。すなわち、亜鉛と燐とを共添させる場合には、それらの含有量を、かかる関係を満足することを前提として上記した範囲（亜鉛：0.1～2.0重量%、燐：0.01～0.25重量%）内で決定しておくことが、耐孔食性を向上させる上で極めて有効となる。かかる点から、C管材、F管材、I管材、L管材、O管材、R管材及びU管材においては、亜鉛含有量（X重量%）と燐含有量（Y重量%）との間に $0.3 \leq X + 6Y \leq 3.0$ の関係が存することを必須条件とした。かかる亜鉛含有量と燐含有量との関係は、共添による経済的效果等をも考慮した場合、 $1.0 \leq X + 6Y \leq 2.3$ であることがより好ましい。

【0018】また、コバルト及びニッケルは、その少なくとも一方を添加することにより、管材の表面層に安定な酸化物を形成し、孔食の発生や成長を抑制する効果を奏する。また、これらは、万一、管材に孔食が発生したときにも、その内部においてそれらの元素が濃化することにより電位を卑下して、それらの酸化物の安定度が増し、その結果、孔食の成長を抑制する効果を奏する。さらに、ニッケルはマトリックスへの固溶強化を図るものであり、コバルト及び一部のニッケルは燐と共に微細析出物を形成して、熱交換器製造工程中の配管接合のためのろう付け炉装入あるいは給水配管施行時の手ろう付け等の高温加熱による結晶粒の成長抑制効果作用を発揮し、機械的強度の大幅な低下を防止し、高温加熱前の強度をほぼ維持する効果を奏する。かかる効果は、0.1重量%以上のコバルト添加又は0.05重量%以上のニッケル添加によって発揮される。しかし、0.5重量%を超えるコバルト添加や0.5重量%を超えるニッケル添加は、添加量に見合う高温加熱前の強度維持効果や耐孔食性向上効果が発揮されないばかりか、却って管材の熱伝導性、加工性、施工性を悪化させることになり、経済的にも不利である。かかる点から、D管材、E管材、F管材、J管材、K管材、L管材、S管材、T管材及びU管材においては、共添すると否とに拘わらず、コバルト含有量を0.1～0.5重量%とし、ニッケル含有量を0.05～0.5重量%とした。

【0019】また、アルミニウム、ケイ素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類は、その何れかを添加しておくことにより、表面層の酸化皮膜の安定性を一層向上させ孔食抑制効果を増大させる効果を発揮する。かかる効果は0.005重量%以上の添加によって発揮され、0.005重量%未満の添加では十分な表面層酸化皮膜を安定化させることはできない。しかし、耐孔食性の増大効果は0.3重量%の添加で飽和し、添加

量が0.3重量%を超えると、却って健全な銅基合金鑄塊の製造が妨げられることになり、管材の熱伝導性、加工性、施工性も低下することになる。かかる点から、G管材、H管材、I管材、J管材、K管材、L管材、P管材、Q管材、R管材、S管材、T管材及びU管材においては、アルミニウム、ケイ素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム又は希土類の含有量を0.005～0.3重量%とした。なお、アルミニウム、ケイ素、ジルコニウム、クロム、マグネシウム及び希土類から2種以上の元素を選択して、これらを共添させるようにしても耐孔食性が向上するが、その向上程度は何れか1種の元素を添加させた場合と大差なく、2種以上の元素を添加させるメリットは殆どなく、寧ろ経済的なデメリットが大きい。

【0020】また、錫は、コバルト、ニッケルと同様に、管材の表面層に安定な酸化物を形成して、孔食の発生や成長を抑制する効果を奏する。さらに、錫は、マトリックス中に固溶して電位を貴化することにより、耐食性を向上させる効果も奏する。かかる効果は、錫を0.02重量%以上添加させることにより発揮される。しかし、添加量が0.5重量%に達すると当該効果は飽和し、0.5重量%を超えて添加しても、その添加量に見合った耐孔食性増大は期待できず、却って管材の熱伝導性を低下させることになる。なお、錫を添加させる場合には、コバルト及びニッケルの一方又は両方を共添させることは無意味であり、これらの共添による耐孔食性向上効果は期待できない。かかる点から、M管材、N管材、O管材、P管材、Q管材、R管材、S管材、T管材及びU管材においては、錫の含有量を0.02～0.5重量%とし、錫との共添効果が期待できないコバルト及びニッケルについては含有させないこととした。

【0021】また、上記した各管材は、これに適当な条件下で熱処理（以下「熱処理」という）を施すことにより、当該管材の表面層に亜鉛、燐といった添加元素が拡散、濃化して、より安定な合金皮膜を形成するものである。そして、このような合金皮膜が形成されることにより、表面層下の母材部分に対して強力な保護作用が発揮されることになり、管材の耐孔食性が更に向上する。熱処理の条件としては、第1に、当該処理を雰囲気ガスとして一酸化炭素、二酸化炭素、水素、窒素等を使用した非酸化性雰囲気つまり銅に対する非酸化性雰囲気で行うことが必要である。すなわち、熱処理を大気中の如き酸素が存在する酸化性雰囲気で行うと、管材の表面に密着性の低い酸化スケールが生成して、効果的な保護作用を示さないからである。また、第2に、熱処理温度を600℃～1050℃としておくことが必要である。すなわち、600℃未満の温度条件で熱処理する場合には、管材の構成元素である亜鉛、燐等が表面層に拡散、濃化する傾向を示すものの、その進行速度は極めて低い。したがって、良好な保護作用を示すに至るまでに膨大な処

理時間を要し、実用することはできない。また、1050℃を超える温度条件で熱処理する場合には、当該処理温度が管材を構成する銅基合金の融点に近くなるため、熱処理時に管材がその表面側から溶解する虞れがあり、耐孔食性に必要な合金層を形成しない。さらに、第3に、熱処理時間は1分～5時間としておくことが必要である。すなわち、熱処理時間が1分未満では、温度条件に拘わらず、上記した熱処理効果を発揮できない。また、5時間を超えて熱処理しても、5時間以下とした場合に比して耐孔食性がさほど向上する訳ではなく、経済性をも考慮すれば、5時間を超える熱処理は無意味である。

【0022】

【実施例】第1実施例として表1～表6に示す金属組成をなす銅基合金を、高周波溶解炉により木炭の被覆下において大気溶解して、直径100mm、長さ150mmの円柱状鋳塊を得た。そして、この鋳塊を900℃に加熱して外径20mmの丸棒状に押出加工し、その丸棒材にドリルによる穴あけ加工を施して、内径12mm、外径20mm、肉厚4mm、長さ200mmのA管材No. 1、B管材No. 2、C管材No. 3～No. 11、D管材No. 12～No. 14、E管材No. 15～No. 17、F管材No. 18～No. 20、G管材No. 21～No. 26、H管材No. 27～No. 32、I管材No. 33～No. 38、J管材No. 39～No. 56、K管材No. 57～No. 74、L管材No. 75～No. 92、M管材No. 93、N管材No. 94、O管材No. 95、P管材No. 96～No. 101、Q管材No. 102～No. 107、R管材No. 108～No. 113、S管材No. 114～No. 131、T管材No. 132～No. 149及びU管材No. 150～No. 167を得た。なお、管材No. 7、No. 79、No. 90、No. 162を除く各管材については、第2実施例において被熱処理管材として使用するものを含めて2本製作し、管材No. 7、No. 79、No. 90、No. 162については、第2実施例及び第2比較例において被熱処理管材として使用するものを含めて各々5本製作した。

【0023】また第2実施例として、上記の如くして得た被処理管材No. 1～No. 167を、各々、一酸化炭素を主成分とする雰囲気ガスを使用して炉内を銅に対する非酸化性雰囲気に保持した熱処理炉において、表7～表10に示す条件で熱処理を施す（被熱処理管材No. 7、No. 79、No. 90、No. 162については、各々3本を異なる条件で熱処理した）ことにより、175本のV管材を得た。なお、各V管材には、便宜上、当該熱処理前の管材（被熱処理管材）と同一の番号を付すこととする。

【0024】また第1比較例として、上記実施例と同一の工程により、表11に示す金属組成をなし且つ上記の

実施例管材No. 1～No. 167と同一形状（内径12mm、外径20mm、肉厚4mm、長さ200mm）をなす銅基合金管材（以下「比較例管材」という）No. 201～No. 205を得た。なお、比較例管材No. 201～No. 203、No. 205については、後述する第2比較例において被熱処理管材として使用するものを含めて、各々2本製作した。比較例管材No. 204については押出加工時において大きな割れを生じたため、最終的な管材を得ることができなかった。ところで、比較例管材No. 205は、合金組成上、冒頭で述べた燐脱酸銅（JIS C1220）製のものに相当する。

【0025】さらに、第2比較例として、各1本の比較例管材No. 201～No. 205を、第2実施例と同一ガス雰囲気熱処理炉において表12に示す条件で熱処理して、4本の熱処理管材（以下「比較例熱処理管材」という）を得た。なお、各比較例熱処理管材には、便宜上、当該熱処理前の比較例管材No. 201～No. 205（被熱処理管材）と同一の番号を付すこととする。比較例管材No. 204については、上記の如く管材として得られないものであるため、当然に、当該比較例管材No. 204を被熱処理管材とする比較例熱処理材も得ることができなかった。さらに、第2実施例で使用されなかった管材No. 7、No. 79、No. 90、No. 162を、V管材及び比較例熱処理材の熱処理に使用したものと同一の熱処理炉において、表12に示す条件で熱処理して、4本の熱処理管材No. 7a、No. 79a、No. 90a、No. 162aを得た。なお、この熱処理管材の番号は、被熱処理管材の番号にサフィックス「a」を付したものである。例えば、熱処理管材No. 79aは、管材79を被熱処理材とするものである。

【0026】以上のように得られたA～U管材No. 1～No. 167及び熱処理したV管材No. 1～No. 167並びに比較例管材No. 201～No. 203、No. 205、比較例熱処理管材No. 201～No. 203、No. 205及び熱処理管材No. 7a、No. 79a、No. 90a、No. 162aについて、各々、耐孔食性を確認すべく次のような孔食試験（腐食試験）を行った。

【0027】すなわち、この孔食試験は冒頭で述べたI型孔食を生じ易い条件で行ったものであり、遊離炭酸を40mg/l含有し且つpH6.5～7に調整した試験水を、室温において、各管材に0.5m/sの流速で6月間連続的に通水させることにより行った。そして、各管材の耐孔食性を評価するために、6月間の通水後において各管材の内周面に生じている孔食数（単位面積当たりの孔食個数（個/dm²））及び最大孔食深さ（μm）を測定した。

【0028】その結果は、A～U管材No. 1～No.

167については表1～表6に示す通りであり、熱処理したV管材No. 1～No. 167については表7～表10に示す通りであった。また、比較例管材又はこれを熱処理した比較例熱処理管材及び熱処理管材No. 7a, No. 79a, No. 90a, No. 162aについては表11又は表12に示す通りであった。なお、管材の耐孔食性は、孔食数ないし最大孔食深さの値によって評価することができ、当該値が小さい程、耐孔食性に優れるものであると判定することができる。

【0029】而して、表1～表6と表11とを比較すれば明らかなように、A～U管材No. 1～No. 167における孔食数及び孔食最大深さの測定値は、燐脱酸銅製の管材No. 205よりも小さく、更に比較例管材の中で耐孔食性に最も優れる管材No. 202よりも小さくなっている。したがって、亜鉛又は燐を第1発明又は第2発明で特定する範囲内で含有させた銅基合金を構成材として使用することにより、管材の耐孔食性を従来一般に汎用されている燐脱酸銅製のものより向上させることができることが確認された。さらに、C～U管材No. 3～No. 167における孔食数及び最大孔食深さの測定値は、燐脱酸銅製の管材No. 205に比して大幅に小さくなっており、亜鉛又は燐のみを含有させたA, B管材に比しても小さくなっている。したがって、亜鉛及び燐を共添させることにより、或いは亜鉛、燐にコバルト等を加添させることにより、管材の耐孔食性をより向上させ得ることが理解される。

【0030】さらに、表7～表12から明らかなように、A～U管材を熱処理したV管材No. 1～No. 167については、A～U管材に比して、孔食数及び孔食最大深さの測定値が大幅に減少しており、上記した条件で熱処理しておくことにより耐孔食性が飛躍的に向上することが理解される。一方、比較例管材No. 201～No. 203, No. 205についても、表12から明らかなように、熱処理により耐孔食性は向上するが、その向上程度は低く、熱処理をしないA～U管材に比しても耐孔食性は劣る。このように、熱処理は、A～U管材のような銅基合金組成をなすものに対して耐孔食性の向上を図る上で有効且つ有意義な手段であるが、比較例管材No. 201～No. 203, No. 205のようにかかる銅基合金組成をなさないものに対しては、熱処理を行うことによる工程、ランニングコスト、インシャルコストの増加をも考慮した場合、無意味な処理であるといえる。また、異なる温度条件で熱処理したV管材No. 7, No. 79, No. 90, No. 162についての孔食試験結果(表7, 表8, 表10)及び熱処理管材No. 7a, No. 79a, No. 90a, No. 162aについての孔食試験結果(表12)から明らかなように、A～U管材のように本発明で特定する銅基合金組成をなすものについては、管材No. 7a, No. 7

9a, No. 90a, No. 162aのように熱処理温度が600℃未満であると、耐孔食性は殆ど向上しないか却って低下するが、熱処理温度を600℃以上とすることによって耐孔食性が飛躍的に向上することが理解され、更に、処理時間との関係もあるが、一般には、熱処理は600～1050℃の範囲において可及的に高温(具体的には700℃以上)で行うことが耐孔食性の向上を図る上でより好ましいことが理解される。

【0031】ところで、孔食試験は冒頭で述べたII型孔食が生じ易い水質条件でも行ったが、上記した如くI型孔食が生じ易い水質条件で行った場合と同様の結果が得られた。また、A～U管材No. 1～No. 167及びV管材No. 1～No. 167は、曲げ加工等の加工性や一般的な耐食性等についても各種の確認試験を行ったが、何れの特性も従来一般に使用されている燐脱酸銅製のもの(比較例管材No. 205ないし比較例熱処理管材No. 205)と同等であることが確認された。

【0032】さらに、C管材No. 7, L管材No. 79, No. 90, U管材No. 162及び比較例管材No. 205(燐脱酸銅)と同材質の管材を使用して製作した熱交換器を、孔食が生じ易い実環境下において一定期間使用するフィールド暴露試験を行い、試験期間中における孔食による漏洩発生の有無を観察してみた。

【0033】すなわち、各管材No. 7, No. 79, No. 90, No. 162及びNo. 205と同材質の銅基合金を、中周波溶解炉を使用して、木炭の被覆下において大気溶解し、直径20mm、長さ400mmの円柱状鑄塊を作成し、これを900℃に加熱して外径67mm、肉厚5mmに押出後、抽伸と焼鈍を繰り返し、内径65.8mm、外径12.7mm、肉厚0.6mmの銅基合金管を得た。そして、この銅基合金管を、最終500℃で30分間の熱処理を施した上で、熱交換器に組立てて、水質条件がI型孔食の生じ易い3つの地域①～③において、18月間実際に使用した。

【0034】このようなフィールド暴露試験の結果、比較例管材No. 205と同材質の銅基合金管(燐脱酸銅管)を使用した熱交換器にあっては、3～7月後に孔食が発生して漏水現象が認められた。すなわち、暴露地①においては3月経過時に、暴露地②においては6月経過時に、また暴露地③においては7月経過時に、夫々、熱交換器からの漏水が認められ、その漏水原因が孔食によるものであることが確認された。しかし、本発明で特定する組成をなす銅基合金(管材No. 7, No. 79, No. 90及びNo. 162と同質の銅基合金)製の熱交換器にあっては、暴露地①～③の何れにおいても、18月経過後も漏水現象が全く生じなかった。

【0035】

【表1】

管 材 No	組 成 (重量%)											孔 食 試 験		
	Cu	Zn	P	Co	Ni	Sn	Al	Si	Z r	Cr	Mg	希 土 類	最大孔食深さ (μ m)	孔食数 (個/ d m ²)
1	残部	0.25											385	91
2	残部		0.06										375	94
3	残部	0.08	0.21										160	40
4	残部	0.71	0.09										180	45
5	残部	0.79	0.21										125	31
6	残部	1.2	0.06										145	34
7	残部	1.15	0.12										100	25
8	残部	1.71	0.04										135	33
9	残部	1.27	0.17										85	20
10	残部	1.77	0.08										110	28
11	残部	1.4	0.17										70	18
12	残部	0.93		0.31									200	47
13	残部	1.05			0.1								190	47
14	残部	0.98		0.23	0.09								160	40
15	残部		0.15	0.38									210	57
16	残部		0.2		0.35								200	52
17	残部		0.11	0.27	0.23								180	42
18	残部	1	0.14	0.22									90	28
19	残部	1.12	0.12		0.24								80	24
20	残部	0.97	0.17	0.26	0.15								75	18
21	残部	0.91					0.12						310	82
22	残部	0.88						0.1					300	78
23	残部	0.79							0.09				320	80
24	残部	0.64								0.15			290	77
25	残部	0.97									0.08		310	80
26	残部	1.05										0.07	320	84
27	残部		0.2				0.09						290	75
28	残部		0.19					0.21					270	70
29	残部		0.12						0.18				285	73
30	残部		0.09							0.1			315	80

【0036】

* * 【表2】

管材 No	組 成 (重量%)												孔 食 試 験		
	Cu	Zn	P	Co	Ni	Sn	Al	Si	Zr	Cr	Mg	希土類	最大孔食深さ (μm)	孔食数 (個/ dm ²)	
第 1 実 施 例	31	残部		0.09							0.09		305	80	
	32	残部		0.11								0.05	310	78	
	33	残部	1.14	0.14				0.11					90	23	
	34	残部	1.2	0.1					0.09				95	27	
	35	残部	0.93	0.14						0.05			100	29	
	36	残部	1.07	0.12							0.05		90	25	
	37	残部	0.85	0.09								0.09	100	26	
	38	残部	0.9	0.1									0.05	110	29
	39	残部	1.03		0.21			0.13						170	37
	40	残部	1.81		0.11				0.14					145	35
	41	残部	1.54		0.22					0.04				150	32
	42	残部	1.31		0.14						0.04			160	39
	43	残部	1.37		0.26							0.06		150	38
	44	残部	1.7		0.18								0.1	140	35
	45	残部	0.99			0.15		0.08						180	49
	46	残部	0.8			0.11			0.07					180	45
	47	残部	0.91			0.16				0.04				175	40
	48	残部	0.94			0.12					0.07			190	48
	49	残部	1.08			0.14						0.06		180	43
	50	残部	1.04			0.14							0.13	175	41
51	残部	1.41		0.22	0.09		0.1						160	39	
52	残部	0.96		0.24	0.17			0.12					145	35	
53	残部	1.05		0.21	0.08				0.09				150	38	
54	残部	1.1		0.24	0.11					0.05			145	37	
55	残部	1.61		0.19	0.1						0.07		135	35	
56	残部	1.23		0.18	0.1							0.04	150	40	
57	残部		0.15	0.22			0.09						190	47	
58	残部		0.11	0.21				0.1					200	51	
59	残部		0.2	0.28					0.11				170	43	
60	残部		0.19	0.41						0.14			160	40	

【0037】

【表3】

管材 No	組 成 (重量%)											孔 食 試 験		
	Cu	Zn	P	Co	Ni	Sn	Al	Si	Zr	Cr	Mg	希土類	最大孔食深さ (μm)	孔食数 (個/dm ²)
61	残部		0.18	0.33							0.09		180	43
62	残部		0.11	0.14								0.04	195	49
63	残部		0.19		0.09		0.09						200	48
64	残部		0.12		0.12			0.1					200	50
65	残部		0.14		0.22				0.12				195	49
66	残部		0.15		0.13					0.15			205	51
67	残部		0.13		0.19						0.09		195	50
68	残部		0.18		0.22							0.04	190	51
69	残部		0.11	0.24	0.11		0.1						170	42
70	残部		0.15	0.21	0.13			0.12					170	40
71	残部		0.21	0.2	0.14				0.11				180	40
72	残部		0.18	0.19	0.16					0.13			166	43
73	残部		0.11	0.31	0.09						0.09		170	46
74	残部		0.13	0.33	0.11							0.05	170	42
75	残部	1.3	0.16	0.22			0.07						75	20
76	残部	1.1	0.11	0.24				0.09					80	19
77	残部	1.09	0.13	0.34					0.09				80	21
78	残部	0.97	0.12	0.3						0.1			75	19
79	残部	1.42	0.09	0.27							0.05		70	17
80	残部	1.2	0.12	0.22								0.04	75	18
81	残部	0.99	0.22		0.19		0.1						65	17
82	残部	1.01	0.18		0.22			0.11					70	18
83	残部	1	0.09		0.24				0.09				65	18
84	残部	1.05	0.1		0.24					0.1			65	17
85	残部	0.87	0.14		0.13						0.04		70	16
86	残部	1.11	0.17		0.15							0.03	70	17
87	残部	1.05	0.13	0.21	0.09		0.08						60	15
88	残部	1.04	0.18	0.19	0.1			0.06					55	12
89	残部	0.93	0.14	0.24	0.08				0.07				60	14
90	残部	1.04	0.21	0.27	0.09					0.05			65	16

【0038】

* * 【表4】

管材 No	組 成 (重量%)											孔 食 試 験			
	Cu	Zn	P	Co	Ni	Sn	Al	Si	Z r	Cr	Mg	希土類	最大孔食深さ (μ m)	孔食数 (個／dm ²)	
第 1 実 施 例	91	残部	1.15	0.11	0.31	0.1					0.04		60	15	
	92	残部	1.07	0.17	0.33	0.2						0.04	60	15	
	93	残部	0.79				0.1						285	71	
	94	残部		0.14			0.1						270	69	
	95	残部	0.99	0.16			0.11						80	21	
	96	残部	0.89				0.09	0.1					260	65	
	97	残部	0.71				0.12		0.09				280	71	
	98	残部	0.69				0.1			0.04			285	73	
	99	残部	1.05				0.12				0.12		275	72	
	100	残部	0.94				0.11					0.14	260	64	
	101	残部	1.24				0.16						0.04	280	69
	102	残部		0.11			0.09	0.15						275	70
	103	残部		0.13			0.12		0.17					270	64
	104	残部		0.1			0.1			0.12				280	67
	105	残部		0.09			0.07				0.1			290	74
	106	残部		0.1			0.12					0.09		285	71
	107	残部		0.13			0.13						0.1	270	66
	108	残部	0.96	0.1			0.13	0.1						70	18
	109	残部	1.05	0.09			0.11		0.08					65	16
	110	残部	1.1	0.1			0.1			0.1				75	19
111	残部	1.09	0.14			0.12				0.08			70	14	
112	残部	1.12	0.15			0.12					0.04		75	18	
113	残部	1.27	0.13			0.13						0.09	65	15	
114	残部	1.3		0.21		0.18	0.03						120	30	
115	残部	0.96		0.22		0.17		0.05					125	32	
116	残部	0.93		0.31		0.16			0.06				130	34	
117	残部	0.86		0.25		0.1				0.07			135	33	
118	残部	1.01		0.26		0.14					0.05		140	35	
119	残部	0.91		0.24		0.19						0.04	145	38	
120	残部	1.17			0.11	0.15	0.07						150	37	

【0039】

【表5】

管 材	組 成 (重量%)												孔 食 試 験		
	N o	Cu	Zn	P	Co	Ni	Sn	Al	Si	Z r	Cr	Mg	希土類	最大孔食深さ (μ m)	孔食数 (個 / d m ²)
第 1 実 施 例	121	残部	1.07			0.09	0.08		0.12					155	39
	122	残部	1.08			0.15	0.1			0.06				160	40
	123	残部	1.1			0.1	0.11				0.07			150	38
	124	残部	1.39			0.15	0.13					0.08		165	42
	125	残部	1.22			0.2	0.11						0.09	160	39
	126	残部	0.97		0.29	0.12	0.09	0.12						110	27
	127	残部	0.87		0.14	0.13	0.1		0.16					105	26
	128	残部	0.88		0.23	0.21	0.11			0.04				120	30
	129	残部	1.01		0.25	0.11	0.11				0.05			125	32
	130	残部	1.03		0.21	0.1	0.1					0.04		120	29
	131	残部	1.13		0.22	0.19	0.06						0.03	110	24
	132	残部		0.1	0.21		0.14	0.09						170	41
	133	残部		0.1	0.2		0.12		0.08					165	43
	134	残部		0.09	0.3		0.11			0.07				175	42
	135	残部		0.12	0.18		0.09				0.04			160	38
	136	残部		0.12	0.2		0.1					0.05		165	42
	137	残部		0.11	0.23		0.11						0.06	160	40
	138	残部		0.11		0.14	0.12	0.06						170	42
	139	残部		0.09		0.13	0.19		0.1					175	45
	140	残部		0.08		0.14	0.21			0.09				180	40
	141	残部		0.12		0.15	0.13				0.04			175	49
	142	残部		0.13		0.16	0.14					0.03		175	50
	143	残部		0.17		0.09	0.13						0.03	170	43
	144	残部		0.22	0.2	0.09	0.16	0.11						160	42
	145	残部		0.18	0.19	0.07	0.12		0.13					155	34
	146	残部		0.16	0.22	0.1	0.14			0.1				150	36
	147	残部		0.11	0.21	0.11	0.1				0.09			150	34
	148	残部		0.17	0.23	0.19	0.11					0.08		155	38
	149	残部		0.09	0.21	0.1	0.12						0.04	155	39
	150	残部	0.91	0.1	0.24		0.16	0.1							60

【0040】

* * 【表6】

管 材	組 成 (重量%)													孔 食 試 験	
	N o	Cu	Zn	P	Co	Ni	Sn	Al	Si	Z r	Cr	Mg	希土類	最大孔食深さ (μm)	孔食数 (個／d m ²)
第 1 実 施 例	151	残部	0.94	0.14	0.2		0.11		0.09					65	16
	152	残部	0.85	0.1	0.2		0.15			0.05				70	17
	153	残部	0.94	0.1	0.19		0.11				0.04			65	15
	154	残部	1.14	0.07	0.18		0.1					0.03		60	13
	155	残部	1.2	0.15	0.11		0.09						0.04	55	11
	156	残部	1.22	0.11		0.1	0.14	0.12						60	14
	157	残部	1.29	0.11		0.11	0.15		0.1					55	13
	158	残部	0.84	0.1		0.13	0.08			0.07				60	12
	159	残部	0.89	0.1		0.14	0.09				0.06			55	10
	160	残部	0.99	0.09		0.11	0.1					0.05		55	10
	161	残部	1.01	0.11		0.1	0.18						0.04	60	14
	162	残部	1.13	0.1	0.17	0.13	0.13	0.1						45	12
	163	残部	1.16	0.12	0.16	0.13	0.14		0.14					45	11
	164	残部	1.06	0.1	0.16	0.12	0.09			0.1				50	13
	165	残部	0.91	0.13	0.18	0.08	0.16				0.04			50	11
	166	残部	0.94	0.09	0.19	0.1	0.1					0.06		45	10
	167	残部	0.95	0.13	0.2	0.12	0.18						0.05	40	10

【0041】

【表7】

V管材 No	熱 処 理		孔 食 試 験	
	温度 (°C)	時間 (分)	最大孔食深さ (μm)	孔食数 (個/dm ²)
1	800	10	250	63
2	800	10	225	55
3	625	250	120	32
4	625	250	145	36
5	625	250	60	14
6	700	30	35	9
7	625	250	60	15
	700	30	25	5
	800	10	20	4
8	700	30	30	8
9	800	10	15	4
10	800	10	25	6
11	800	10	10	3
12	625	250	130	32
13	625	250	120	30
14	625	250	95	29
15	700	30	75	19
16	700	30	70	16
17	700	30	60	12
18	800	10	15	4
19	800	10	15	4
20	800	10	10	3
21	625	250	190	47
22	625	250	175	41
23	700	30	145	38
24	700	30	125	33
25	800	10	95	27
26	800	10	100	25
27	625	250	180	45
28	625	250	160	39
29	700	30	130	34
30	700	30	155	40
31	800	10	95	24
32	800	10	100	26
33	625	250	45	12
34	625	250	45	13
35	700	30	35	10
36	700	30	25	7
37	800	10	20	5
38	800	10	25	6
39	625	250	100	25
40	625	250	85	23
41	700	30	60	17
42	700	30	65	16
43	800	10	45	12
44	800	10	35	10
45	625	250	105	26
46	625	250	110	27
47	700	30	70	18
48	700	30	80	20
49	800	10	55	14
50	800	10	50	13

第
2
実
施
例

【0042】

【表8】

V管材 No	熱 処 理		孔 食 試 験	
	温度 (°C)	時間 (分)	最大孔食深さ (μm)	孔食数 (個/dm ²)
51	625	250	90	22
52	625	250	85	21
53	700	30	60	16
54	700	30	60	14
55	800	10	40	10
56	800	10	45	11
57	625	250	110	29
58	625	250	120	31
59	700	30	70	18
60	700	30	65	16
61	800	10	55	11
62	800	10	60	15
63	625	250	110	28
64	625	250	115	30
65	700	30	75	18
66	700	30	80	19
67	800	10	55	14
68	800	10	50	12
69	625	250	95	22
70	625	250	100	25
71	700	30	65	15
72	700	30	65	16
73	800	10	50	12
74	800	10	55	13
75	625	250	35	9
76	625	250	40	11
77	700	30	10	3
78	700	30	10	2
79	625	250	40	10
	700	30	<10	2
	800	10	<10	1
80	800	10	10	1
81	625	250	25	6
82	625	250	30	8
83	700	30	15	4
84	700	30	15	3
85	800	10	10	1
86	800	10	<10	1
87	625	250	25	7
88	625	250	20	5
89	700	30	10	2
90	625	250	35	8
	700	30	15	3
	800	10	10	2
91	800	10	<10	1
92	800	10	<10	1
93	625	250	170	38
94	700	30	110	27
95	800	10	25	6
96	625	250	150	34
97	625	250	155	36
98	700	30	110	28
99	700	30	100	25
100	800	10	70	16

第
2
実
施
例

V管材	熱 処 理		孔 食 試 験		
	N o	温度 (℃)	時間 (分)	最大孔食深さ (μ m)	孔食数 (個 / d m ²)
第 2 実 施 例	101	800	10	75	17
	102	625	250	155	39
	103	625	250	150	36
	104	700	30	105	26
	105	700	30	110	27
	106	800	10	85	21
	107	800	10	80	19
	108	625	250	40	10
	109	625	250	35	9
	110	700	30	10	2
	111	700	30	<10	2
	112	800	10	<10	1
	113	800	10	<10	1
	114	625	250	70	17
	115	625	250	75	19
	116	700	30	50	11
	117	700	30	55	13
	118	800	10	35	9
	119	800	10	40	10
	120	625	250	85	21
	121	625	250	90	23
	122	700	30	65	16
	123	700	30	60	14
	124	800	10	45	11
	125	800	10	40	10
	126	625	250	65	16
	127	625	250	65	15
	128	700	30	50	13
	129	700	30	50	13
	130	800	10	35	9
	131	800	10	30	8
	132	625	250	100	27
	133	625	250	95	24
	134	700	30	70	18
	135	700	30	75	19
	136	800	10	40	10
	137	800	10	35	9
	138	625	250	100	25
	139	625	250	95	24
	140	700	30	75	19
	141	700	30	70	18
	142	800	10	45	11
	143	800	10	45	11
	144	625	250	95	23
	145	625	250	90	20
	146	700	30	60	15
	147	700	30	55	13
	148	800	10	45	11
	149	800	10	40	11
	150	625	250	30	8

【0044】

* * 【表10】

V管材	熱 処 理		孔 食 試 験		
	No	温度 (℃)	時間 (分)	最大孔食深さ (μm)	孔食数 (個/dm ²)
第 2 実 施 例	151	625	250	35	9
	152	700	30	15	3
	153	700	30	10	2
	154	800	10	<10	1
	155	800	10	<10	1
	156	625	250	30	8
	157	625	250	25	6
	158	700	30	<10	2
	159	700	30	10	1
	160	800	10	<10	1
	161	800	10	<10	2
	162	625	250	20	5
		700	30	<10	1
		800	10	0	0
	163	625	250	15	3
	164	700	30	<10	1
	165	700	30	<10	1
	166	800	10	0	0
	167	800	10	<10	1

【0045】

【表11】

第1比較例	管材 No	組成 (重量%)			孔食試験	
		Cu	Zn	P	最大孔食深さ (μm)	孔食数 (個/dm ²)
	201	残部	0.03	—	480	118
	202	残部	0.03	0.005	460	103
	203	残部	—	0.005	495	124
	204	残部	—	0.3	—	—
	205	残部	—	0.025	485	107

【0046】

* * 【表12】

第2比較例	管材 No	熱処理		孔食試験	
		温度 (℃)	時間 (分)	最大孔食深さ (μm)	孔食数 (個/dm ²)
	201	800	10	465	110
	202	800	10	400	90
	203	800	10	480	107
	204	—	—	—	—
	205	800	10	470	100
	7a	500	30	95	25
	79a	500	30	65	16
	90a	500	30	60	17
	162a	500	30	40	11

【0047】

* * 【表13】

第1実施例	管材 No	暴露試験 (18日間)		
		暴露地①	暴露地②	暴露地③
	7	漏水発生せず	漏水発生せず	漏水発生せず
	79	漏水発生せず	漏水発生せず	漏水発生せず
	90	漏水発生せず	漏水発生せず	漏水発生せず
	162	漏水発生せず	漏水発生せず	漏水発生せず
第1比較例	205	3月後漏水発生	6月後漏水発生	7月後漏水発生

【0048】

【発明の効果】以上の説明から容易に理解されるように、請求項1及び請求項2の発明によれば、従来一般に使用されている燐脱酸銅製のものと同等の配管構成材として有利な特性（施工性、加工性等）を有し且つCd等の耐孔食性の向上に寄与するものの有害なCd等の重金属を含有しないものであるに拘わらず、耐孔食性を大幅に向上させることができ、孔食が生じ易い環境下においても給水配管、給湯配管、水道配管等の如き水と接触するあらゆる部位の構成材として好適に使用することができる耐孔食性銅基合金管材を提供することができる。更に、この耐孔食性銅基合金管と同一組成の条製品を円筒★

★等の管状に溶接接合した溶接管においても耐孔食性が認められ、水道配管等の構成材として好適に使用することが出来る。また、請求項3～請求項6の発明によれば、かかる管材と同等若しくはそれ以上の耐孔食性を有する耐孔食性銅基合金管材を提供することができる。さらに、請求項7の発明によれば、これら管材の耐孔食性を飛躍的に向上させることができる。

【0049】したがって、本発明の耐孔食性銅基合金管材を使用した給湯、給水設備等にあつては、その使用が孔食を生じ易い環境で行われる場合にも、長期に亘って孔食による漏洩を生じることなく安定した運転を行うことができる。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターマコード (参考)

C 2 2 F 1/08

C 2 2 F 1/08

A

// C 2 2 F 1/00

6 2 6

1/00

6 2 6

6 4 0

6 4 0 A

6 9 0

6 9 0

6 9 1

6 9 1 B

6 9 1 C

1/02

1/02